doi: 10.6053/j.issn. 1001 - 1412.2013.01.023

综合物探方法在鞍山市某地热田 外围地热勘查中的应用

曹永安,姜海灏

(辽宁省冶金地质勘查局 402 队,辽宁 鞍山 114002)

摘要: 辽宁省鞍山市某地热田外围的接替资源勘查关系到该区旅游疗养产业的可持续发展。通过采用联合剖面法、浅层地震反射波法、瞬变电磁法 3 种物探方法在该地热田外围进行地热资源 勘查,发现1处新的地热资源。勘查区 ZK1 孔深 877 m,降深 18.8 m,出水量 350 m³/d,最高水温 61.2℃,表明该勘查区具有良好的地下热水资源,由此证明采用综合物探方法对探查地下深部热 水资源的有效性。

关键词: 鞍山地热田;综合物探;地热勘查;辽宁省

中图分类号: P631.3;P314 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2013)01-0153-05

0 引言

随着地球物理勘探仪器的不断更新换代及其性 能的提高、地球物理数据处理技术的发展,地球物理 方法在地热勘查中发挥着重要的作用。综合地球物 理方法在地热勘查中具有勘查效率高、成本低、适用 范围广、勘探深度大等特点。

辽宁省鞍山市某地温泉是全国闻名的疗养胜 地,地热资源开发利用历史悠久。该地热田外围接 替资源的勘查关系到该区旅游疗养产业的可持续发 展。2012年,辽宁省冶金地质勘查局 402 队在该温 泉东部地区采用综合物探方法进行勘查,发现了 1 处新的可利用地热资源,为鞍山市地热田的后续开 发提供了资源保证。

1 地质概况及地球物理特征

1.1 区域地质构造背景

勘查区位于华北地台北缘东段、胶辽台隆与下

辽河凹陷的分界附近。北部为前寒武系结晶基底的 鞍山群,南部主要是早古生代海相碳酸盐岩沉积,区 域东南部被大面积的太古宙花岗质岩石和燕山晚期 花岗岩所占据。

该区经历了自太古宙以来漫长的地质历史,地 质构造十分复杂,其中与地热田有关的构造为近 EW向的寒岭断裂。该断裂为切割很深的基底断 裂,西起西荒地,向东经大孤山、辽阳、本溪至桓仁, 延长约 250 km,最大水平断距达 20 km 左右,为左 行压扭性断裂,历经长期活动。沿该基底断裂分布 有多处地热田,反映了其对地热田的控制作用。

1.2 地热田地质概况

勘查区地处鞍山市区东南部,距市中心4 km。 该区大部分被第四系残坡积层和洪冲积层所覆盖, 厚 20~40 m,第四系覆盖层下主要为太古代花岗岩 和燕山晚期千山花岗岩。与地热田有关的断裂主要 有以下 3 组(图 1):

(1)NE向F₁断裂:即汤岗子断裂,南起海城市 甘泉铺,经汤岗子地热田延续到鞍山市区以北,在东 鞍山和西鞍山之间与寒岭断裂相交,控制延长20 km,总体走向 NE30°,主断面倾向 NW,倾角70°~ 80°,为全新世时期的活动断裂。

收稿日期: 2012-12-20; 改回日期: 2013-01-25; 责任编辑: 赵庆

作者简介: 曹永安(1966-),男,工程师,1986 年毕业于长春冶金地质专科学校。通信地址:辽宁省鞍山市辽宁省冶金地质勘查局 402 队;邮政编码:114002;E-mail:cao-yongan@163.com





图 1 勘查区区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of a geothermal prospecting area
1. 第四系; 2. 太古界鞍山群; 3. 燕山晚期千山花岗岩; 4. 太古代花岗岩; 5. 孔隙热储分布范围; 6. 裂隙热储分布范围;
7. 推测断层位置及编号; 8. 红外线扫描地热异常; 9. 测温浅孔位置; 10. 地热钻孔位置及编号;
11. 勘探线位置及编号; 12. 工作区范围

(2)NEE向 F_2 断裂:位于汤岗子疗养院附近, 走向 70°~75°,断裂带是由 2~3条以上近于平行的 断层组成的断裂束,平面上呈帚状反 S型,宽度 100 ~130 m。断层倾向不一,其中,哈大铁路以西倾向 SE,倾角较陡;哈大铁路以东倾向 NW,倾角 75°~ 85°。

(3)NWW 向 F₃ 断裂:位于勘查区内,走向 275° 左右,倾角 80°左右。

1.3 地球物理特征

(1)航测红外线异常特征。1982年,原冶金工 业部保定勘查院在该测区进行红外线航测,在测区 东部发现红外线异常,呈椭圆形,走向 SN,长 880 m,宽 400 m。

(2)电性特征。电性的主要表征参数为电阻率, 各岩性电阻率的高低与地下热水的矿化度、温度及 岩石的透水、富水性关系密切。地下热水的高矿化 和高温度使电阻率变低,根据电阻率低阻异常有利 于发现隐伏的导热储水构造。从岩性电阻率参数 (表1)可知,不同岩性的电阻率差异明显,同一岩性 的构造破碎带中岩石电阻率和构造上下盘较完整的 岩石电阻率差异十分明显。

表1 岩性电阻率参数统计表

Table 1 Statistics of resistivity for different lilhologies

岩性	电阻率/(Ω・m)
黏土、亚黏土	$5 \sim 15$
粉细砂	$45 \sim 50$
砂砾岩	30~35
风化花岗岩	$4500 \sim 5500$
花岗岩	$18000 \sim 25000$
花岗岩破碎带	$2000 \sim 2500$

(3)地震地球物理特征。根据前期地震工作成 果可知,地震波的传播速度在第四系中为1500~ 1700 m/s,花岗岩中4400~4600 m/s,断裂破碎 带中600~800 m/s。显然,第四系和基岩存在明显 的波速差异,断裂破碎带中波速远远低于完整基岩 中的波速,具备地震反射波法工作的物理前提。

2 物探工作方法

为查清工作区内的构造状况,结合区内红外线

第28卷 第1期

异常特征,寻找既导热又储水的断裂构造,采用了以下3种物探方法。

2.1 联合剖面法

工作装置采用 AO=BO=180 m 和 AO=BO= 300 m 的 2 种供电极距,多道测量,测量电极距 MN =20 m,点距 20 m,无穷远极>1 000 m。

2.2 浅层地震反射波法

使用 6 次覆盖观测系统,激发震源采用锤击震源,接收采用 60 Hz 检波器,偏移距 30 m,道间距 1 m,采样点数 1 k,采样率 0.2 ms,24 道采集数据,接收频带 40~500 Hz。

2.3 瞬变电磁法

测量方式采用大定源回线法,观测点距 10 m, 供电电流 6 A,接收线圈面积 16 m²,发射线圈长 600 m,宽 200 m,发射脉冲宽 10 ms,32 次叠加,框 内测量。

3 物探方法应用效果

3.1 联合剖面法

该方法可判断断裂构造的存在及产状。根据场 地实际情况,在红外线异常区布设联剖测线,测线方 向分别为 SN 向和 EW 向。

由联合剖面法的低阻正交点所推断的构造呈





Fig. 2 Plan of integrated profiling seismic results
1. 红外线异常区; 2. 地震测线; 3. 联剖测线; 4. 联剖低阻异常;
5. 地震断裂异常; 6. 孔位

NWW向展布(图 2),该构造正位于红外线异常区 中部。从不同极距的联合剖面曲线正交点判断其断 裂构造呈 N 倾(图 3),南北向未发现断裂构造。

3.2 浅层地震反射波法

该方法利用构造带与围岩波速的差异来判断构造的存在。根据联合剖面法的测量结果,在H线进行浅层地震反射波法,经Winseis 地震软件处理成图(图4),发现了1处断裂构造,顶部埋深约30m,宽约45m,产状近直立。该构造位置与联合剖面法推断的位置基本吻合,验证了联剖推断结果。

3.3 瞬变电磁法

由于联合剖面法和浅层地震反射波法的勘探深 度有限,为查明深部断裂构造情况,在H线做了瞬 变电磁法。从H线瞬变电磁法电阻率断面图(图5) 可见,地下埋深<30 m范围出现低阻异常区,推断 为第四系;在测线 300 m位置纵向向下出现低阻异 常带,推断是断裂构造,产状上部近直立(浅部与联 合剖面电阻率法和浅震反射波法推断结果相吻合); 在测线 200 m处,深 310~550 m区段出现明显的低 阻区,综合分析认为其应为上部断裂构造向下延伸 的表现,且该断裂构造深部产状 S倾;该低阻区上部 有明显的高阻异常区,该高阻异常区应是完整的花 岗岩体,由此推断深 310~550 m 区段的低阻区为理 想的储热导水构造。





Fig. 3 Plan of integrated profiling results of line H



图 4 H 线浅震反射波法成果剖面图

Fig. 4 Profile of reflection wave of shallow seismic surey along line H





Fig. 5 Resistivity section of transient electromagnetic survey



Fig. 6 Temperature curve of drill hole ZK1

联合剖面法、浅层地震反射波法、瞬变电磁法 3 种物探方法从不同侧面对异常解释,相互印证,能够 更加准确地推断出异常的性质。本文采用联剖、地 震、瞬变三种方法推断的构造带的产状基本吻合,为 下一步钻探工作提供了有利靶区。

3.4 钻探验证

根据物探综合分析,结合水文地质调查结果,确 定验证孔 ZK1 的孔位。ZK1 孔位位于瞬变电磁法 H线 200 m处,距电法异常中心偏南 100 m。钻探 施工至 877 m,水位降深 18.8 m,出水量 350 m³/d, 最高水温 61.2 ℃。从该孔井温测量结果(图 6)可 见:孔深4.31 m处,水温 11.2 ℃;孔深 824 m处,水 温 61.2 ℃,此间水温平均增温梯度为 6.1 ℃/100 m,超过地温增温梯度正常值 2.5~3.0 ℃/100 m, 在 868 m 处孔温已达 61.20 ℃,说明地下有热水资 源存在。

4 结论

(1)采用综合物探方法在温泉外围进行地热资 源勘查是可行的,且效果显著,特别是利用瞬变电磁 法探查地下深部热水资源较为有效。

(2)从鞍山市以往的水文资料可以看出:原地热 田现有热水井4眼,总开采量1200m³/d,最高水温 73℃,井深不大于300m;而该勘查区内ZK1孔,孔 深877m,降深18.8m,出水量350m³/d,最高水温 61.2℃。显然,该勘查区具备良好的地下热水 资源。

参考文献:

- [1] 王庆海,陈军中. 抗干扰高分辨率浅层地震勘探[M]. 北京:地 质出版社,1991.
- [2] 李金铭. 地电场与电法勘探[M]. 北京:地质出版社,2005.
- [3] 牛之琏. 时间域电磁法原理[M]. 长沙:中南大学出版社, 2007.

Application of the integrated geophysical techniques to geothermal exploration in surroundings of a geothermal field in Anshan region CAO Yongan, JIANG Haihao

(Team 402 of Liaoning Metallurgical Geological Exploration Bureau, Anshan 114002, Liaoning, China)

Abstract: Succeeding geothermal resource in surroundings of a geothermal field in Anshan region is concerned with sustainable development of tourism and recreational industry of Anshan region in Liaoning province. integrated profiling method, shallow seismic reflection wave method and transient electromagnetic method are combined to carry out geothermal exploration in surroundings of a geothermal field in Anshan region with a new geothermal resource area located. Drill hole ZK1 is drilled to depth of 877 m with drawdown of 18.8 m and water yield of $350 \text{ m}^3/\text{d}$. Temperature of the water is $61.2 \degree$ C. The result shows that the surroundings is still potential and the integrated geophysical methods are effective for geothermal exploration.

Key Words: Anshan geothermal field; integrated geophysical techniques; geothermal exploration; Liaoning province